

METHOD AND DEVICE FOR ATMOSPHERIC PLASMA REACTION

Publication number: JP2015171 (A)

Publication date: 1990-01-18

Inventor(s): OKAZAKI SACHIKO; KOKOMA MASUHIRO

Applicant(s): JAPAN RES DEV CORP

Classification:

- international: C08F2/52; C08F2/00; C23C14/12; C23C16/30; C23C16/50; C23C26/00; H01L21/302; H01L21/305; C08F2/40; C08F2/00; C23C14/12; C23C16/30; C23C16/50; C23C26/00; H01L21/02; (PC1-7); C08F2/52; C23C14/12; C23C16/30

- European:

Application number: JP19880166599 19880704

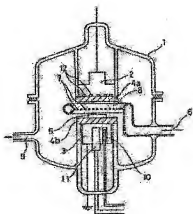
Priority number(s): JP19880166599 19880704

Also published as:

JP6072308 (B)

Abstract of JP 2015171 (A)

PURPOSE: To allow the surface treatment by glow discharge plasma of high activity and high stability under an atm. pressure by mixing a rare gas and gaseous monomer and introducing the mixture composed of thereof into a reactor having double dielectric-coated electrodes. CONSTITUTION: The upper electrode 2 and the lower electrode 3 which are impressed with a high voltage are provided in the reaction vessel consisting of a bell-jar 1 made of Pyrex(R) and solid dielectrics 4a, 4b of glass, etc., are provided on the respective surfaces. A base body 5 having a plate or other shape is installed on the solid dielectric 4a stop the lower electrode 3; The reaction gas mixed with the rare gas such as He and the gaseous monomer is introduced from a reaction gas introducing port 6 into a perforated pipe 8 having plural apertures 7 so that the reaction gas spreads uniformly to the base body 5 from the apertures 7. The glow discharge of high stability and the plasma formation thereof are, thereupon, enabled by using the rare gas and coating the electrodes 2, 3 with the solid dielectrics 4a, 4b.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-15171

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)1月18日

C 23 C 16/30
C 08 F 2/52
C 23 C 14/12

MDY

8722-4K
8215-4J
8722-4K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全10頁)

⑯ 発明の名称 大気圧プラズマ反応方法とその装置

⑰ 特 願 昭63-166599

⑱ 出 願 昭63(1988)7月4日

⑲ 発 明 者 岡 崎 幸 子 東京都杉並区高井戸東2-20-11
 ⑲ 発 明 者 小 駒 益 弘 埼玉県和光市新倉843-15
 ⑲ 出 願 人 新技術開発事業団 東京都千代田区永田町2丁目5番2号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 西澤 利夫

明 細 書

1. 発明の名称

大気圧プラズマ反応方法とその装置

2. 特許請求の範囲

(1) 上部電極および下部電極の表面に固体誘電体を配設してなる二重誘電体被覆電極を有する反応容器内において、希ガスとモノマー気体を混合して導入し、大気圧下にプラズマ励起させて固体表面を処理することを特徴とする大気圧プラズマ反応方法。

(2) 請求項(1)記載の二重誘電体被覆電極を有する大気圧希ガス混合プラズマ反応装置。

3. 発明の詳細な説明

(技術分野)

この発明は、大気圧プラズマ反応方法に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、大気圧下の高安定性グロー放電プラズマによる高効率の薄膜形成および/または表面改質のための処理方法に関するものである。

(背景技術)

従来より、低圧グロー放電プラズマによる製膜法や表面改質法が広く知られており、産業的にも様々な分野に活用されている。この低圧グロー放電プラズマによる表面処理法としては、有機化合物気体のプラズマ化によって薄膜形成および/または表面改質する、いわゆる有機プラズマ方法があることも知られている。

たとえば、真空容器内において炭化水素ガスをプラズマ励起して、シリコン基板、またはガラス基板上にアモルファス炭素膜を析出形成する方法や、エチレンなどの不飽和炭化水素のプラズマ重合膜を形成する方法などがある。

しかしながら、これらの従来より知られている低圧グロー放電プラズマによる表面処理法は、いずれも $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3}$ Torr程度の真空下での反応となるため、この低圧条件形成の装置および設備が必要であり、また大面積基板の処理は難しく、しかも製造コストが高価なものとならざるを得ないという欠点があった。

この発明の発明者らは、このような欠点を克服するために、希ガスと混合して導入したモノマー気体を大気圧下にプラズマ励起させて基体表面を処理するプラズマ反応法をすでに提案しており、その実施においては、すぐれた特性と信頼性を有する表面を実現している。しかしながら、この方法によっても基体表面の処理には限界があり、特に基体が金属または合金の場合においては、大気圧下において、アーク放電が発生して処理が困難であるという問題があった。

そこで、この発明の発明者らは、すでに提案した反応方法をさらに発展させて、基体が金属または合金の場合においても、大気圧下において、反応活性が大きく、しかも高安定性の反応ガスのプラズマを得ることのできる大気圧下のグロー放電プラズマによる反応方法をここに完成した。

(発明の目的)

この発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、上記した通りのこれまでの方法の問題点を解決し、基体が金属または合金の場合に

— 3 —

(2)と下部電極(3)とを有している。この上部電極(2)および下部電極(3)の表面には、ガラス、セラミックス、プラスチック等の耐熱性の固体誘電体(4a)(4b)を設けている。下部電極(3)上面の固体誘電体(4b)の上には板状体等の形状の基体(5)を設置する。

He, Ne, Ar等の希ガスとモノマー気体とを混合した反応ガスは、反応ガス導入口(6)より複数の開孔(7)を有する多孔質(8)に導入し、開孔(7)より基体(5)に対して均一に反応ガスが拡散するようにしてある。未反応気体、希ガス等は、反応容器の排出口(9)より排出する。

下部電極(3)には、温度センサー(10)および加熱ヒーター(11)を配置している。また、冷却装置を備えることもできる。

この例においては、ベルジャー(1)内の反応域は、大気圧に保たれている。

一般的には、大気圧下のグロー放電は容易に生じず、また基体が金属または合金の場合には、高

— 5 —

おいてもアーク放電を生じず、大気圧下に高活性で高安定性のグロー放電プラズマによる表面処理方法を提供することを目的としている。

(発明の開示)

この発明は、上記の目的を実現するために、上部電極および下部電極の表面に固体誘電体を配設してなる二重誘電体被覆電極を有する反応容器内において、希ガスとモノマー気体とを混合して導入し、大気圧下にプラズマ励起させて基体表面を処理することを特徴とする大気圧プラズマ反応方法を提供することである。

この発明の反応装置は、上部電極および下部電極の表面に固体誘電体を配設したことを特徴としており、より好適な例としては、さらに基体表面近傍で気体を均一に拡散する多孔質を配置しているものを示すことができる。

これを図示したものが第1図である。

第1図は、この発明の一例を示したものであるが、たとえばバイレック製のベルジャー(1)からなる反応容器内に高電圧を印加する上部電極

— 4 —

電圧を印加することによりアーク放電が発生して基体表面の処理は困難となる。しかしながら、この発明においては、第1図に示したように上部電極(2)および下部電極(3)の表面に固体誘電体(4a)(4b)を配設することにより、基体(5)が金属または合金であっても、大気圧下での安定なグロー放電が可能となる。もちろん、基体(5)がセラミックス、ガラス、プラスチック等においても、高安定性のグロー放電を得ることができる。

反応ガスのプラズマ励起については、このグロー放電により反応ガスを励起し、高エネルギーのプラズマを形成する。このプラズマの形成は、高電圧の印加により行うが、この際に印加する電圧は、被処理表面の性状や表面処理の時間に応じて決めることができる。反応ガスについては、特に制限はないが、使用する希ガスとしては、He, Ne, Ar, 等の単体または混合物を適宜用いることができる。形成した薄膜に対するスパックリングを最小とするためには、質量の軽いHeを用

— 6 —

いるのが好ましい。また、この希ガスと混合して導入するモノマー気体は、エチレン、プロピレン等の不飽和炭化水素、または、 CF_4 、 C_2F_6 、 CHF_3 または SF_6 等のハロゲン化炭化水素や他の官能基を有するあるいは有しない炭化水素類等の任意のものを用いることができる。希ガスとモノマー気体との混合比は、これも特に限定はないが、希ガス濃度を約5%以上、特に約90%以上とすることが好ましい。また、導入する反応ガスは、複数種の気体を用いることもできる。

使用するモノマー気体の種類と反応条件によってプラズマ重合膜、プラズマ改質膜、プラズマエッチング膜等を得ることができる。

大気圧下において、より安定なプラズマを得るために、前記した通り、上部電極(2)および下部電極(3)の表面に固体誘電体(4a)(4b)を設けるが、この方法においても反応ガスを基体近傍のプラズマ域に均一に拡散供給することが好ましい。このための手段としては、たとえば、第1図に示したように、多孔管(8)を用いてプ

ラズマ域に均一に反応ガスを拡散供給することができ。もちろん、多孔管(8)に限定せず、その他の適当な手段を選択することも可能である。

大気圧下においては、従来、グロー放電を発生させることは困難であったが、このように希ガスを用い、かつ固体誘電体で電極を被覆することにより、高安定性のグロー放電とそのプラズマ形成を可能とする。基体としては、金属、合金、セラミックス、ガラス、プラスチック等の適宜な材料を使用することができる。また、使用するモノマー気体によっては、反応促進用のハロゲン、酸素、水素などをさらに混入してもよい。

次に実施例を示し、さらに詳しくこの発明について説明する。

実施例1

電極直径30mm巾、電極間距離10mmの耐熱性カプトン被覆電極を用いた第1図の装置において、次の条件によりエチレンモノマーからポリエチレン膜を形成した。

— 8 —

(a) 反応ガス濃度(%)

エチレン/He = 95/5

(b) 放電

大気圧

3000Hz, 1.05KV, 3mA

(c) 基体

アルミニウム蒸板

アルミニウム蒸板の表面に、膜厚11417Å/2hrでポリエチレン膜を得た。透明で、竹箸強度はきわめて良好であった。

また、この例においては、アーク放電を生ずることなく、高安定なグロー放電が発生し、高活性、高安定性のプラズマを得ることができた。

実施例2

実施例1と同様にして、次の条件でポリエチレンテフレート膜を処理し、その表面を疎水化した。炭素-フッ素改質膜の生成が確認された。

(a) 反応ガス濃度(%)

CF_4 /He = 91.0/8.4

CF_4 : 2.0 ml/分

He: 216.7 ml/分

(b) 放電

大気圧

300Hz, 3.48~3.75KV, 8mA

処理時間と接触角との関係を示したものが表1である。また、比較のために未処理の場合の接触角を示した。

表1の疎水化が確認された。

表 1

処理時間	30秒	1分	5分	未処理
接触角	95.5°	98.0°	98.0°	64°

実施例3~4

電解性グラファイト(ラッピング済み)を基体として、実施例2と同様にして処理した。表2に示した条件により処理を行った。

この場合の接触角も測定し、著しく疎水化していることを確認した。その結果を表2に示した。

— 10 —

表 2

実施例 項 目	実施例 3	実施例 4	比較例
反応ガス流量			
CF ₄	93.6ml/分	93.6ml/分	—
He	216.7ml/分	216.7ml/分	—
放電(大気圧)			
電 流	10mA	3mA	—
電 圧	3.99 kV	2.74 kV	—
処理時間	5分	20分	—
接触角	128°	137°	68°

— 11 —

もちろん、以上の例により、この発明は限定されるものではない。反応容器の大きさおよび形状、電極の構造および構成、反応ガス供給部の構造および構成等の細部については、様々な態様が可能であることはいうまでもない。

(発明の効果)

以上詳しく説明してきた通り、この発明により、従来からの低圧グロー放電プラズマ反応法に比べて、真空系の形成のための装置および設備が必要でなく、コスト低減を可能とし、しかも大気圧下での表面処理を実現することができる。また装置の構造および構成が簡単であることから大面積基板の処理も容易である。

また、基板の材質によらず、所望の処理を行うことができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の反応装置の一例を示した断面図である。

- 1…ベルジャ 2…上部電極
3…下部電極 4a, 4b…固体誘電体

— 13 —

— 12 —

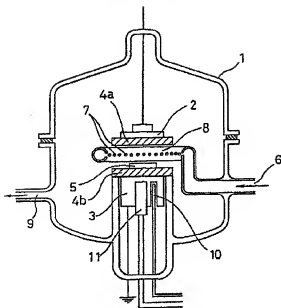
- 5…基板 6…反応ガス導入口
7…開 孔 8…多孔質
9…排出口 10…温度センサ
11…加熱ヒータ

代理人 舟橋士 西 澤 利 夫

— 14 —

昭和63年 8月15日

第 1 図



1. 事件の表示
昭和63年特許願 第166599号

2. 発明の名称
大気圧プラズマ反応方法とその装置

3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住所 東京都千代田区永田町二丁目5番2号
氏名 新技術開発事業団
理事長 赤羽 信久

4. 代理人 (郵便番号 150)
東京都渋谷区渋谷1-8-13.
GSハイム宮益坂903号
〔電話東京(797) 1081(代表)〕
(9323) 弁理士 西澤 利夫

5. 補正の対象
明細書全文および図面



6. 補正の内容

- (1) 明細書全文を別紙の通り訂正いたします。
- (2) 別紙の通りの第2図、第3図、第4図、第5図および第6図を追加いたします。

訂 正 明 細 書

1. 発明の名称
大気圧プラズマ反応方法とその装置

2. 特許請求の範囲

(1) 上部電極および下部電極の表面に固体誘電体を配設してなる二重誘電体被覆電極を有する反応容器内において、希ガスとモノマー気体とを混合して導入し、大気圧下にプラズマ励起させて基体表面を処理することを特徴とする大気圧プラズマ反応方法。

(2) 請求項(1)記載の二重誘電体被覆電極を有する大気圧希ガス混合プラズマ反応装置。

3. 発明の詳細な説明
(技術分野)

この発明は、大気圧プラズマ反応方法に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、大気圧下の高安定性グロー放電プラズマによる高効率の薄膜形成および/または表面改質のための処理方法とその装置に関するものである。

(背景技術)

従来より、低圧グロー放電プラズマによる表面処理法や表面改質法が広く知られており、産業的にも様々な分野に適用されてもいる。この低圧グロー放電プラズマによる表面処理法としては、有機化合物気体のプラズマ化によって薄膜形成および/または表面改質する、いわゆる有機プラズマ方法があることも知られている。

たとえば、真空容器内において炭化水素ガスをプラズマ処理して、シリコン基板、またはガラス基板上にアモルファス炭素膜を析出形成する方法や、エチレンなどの不飽和炭化水素のプラズマ重合膜を形成する方法などがある。

しかしながら、これらの従来より知られている低圧グロー放電プラズマによる表面処理法は、いずれも $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3}$ Torr 程度の真空下での反応となるため、この低圧条件形成の装置および設備が必要であり、また大面積基板の処理は難しく、しかも製造コストが高価なものとならざるを得ないという欠点があった。

この発明の発明者らは、このような欠点を克服

するために、希ガスと混合して導入したモノマー気体を大気圧下にプラズマ処理させて基体表面を処理するプラズマ反応法をすでに提案しており、その実施においては、優れた特性と機能を有する表面を實現していても、しかしながら、この方法によっても基体表面の処理には限界があり、特に基体が金属または合金の場合においては、大気圧下において、アーク放電が発生して処理が困難であるという問題があった。

そこで、この発明の発明者らは、すでに提案した反応方法をさらに発展させて、基体が金属または合金の場合においても、大気圧下において、反応活性が大きく、しかも高安定性の反応ガスのプラズマを得ることのできる大気圧下のグロー放電プラズマによる反応方法とその装置をここに完成した。

(発明の目的)

この発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、上記した通りのこれまでの方法とその装置における問題点を解決し、基体が金属ま

- 3 -

たは合金の場合においてもアーク放電を生じず、大気圧下に高活性で高安定性のグロー放電プラズマによる表面処理方法とその装置を提供することを目的としている。

(発明の開示)

この発明は、上記の目的を實現するために、上部電極および下部電極の表面に固体誘電体を配設してなる二重誘電体被覆電極を有する反応容器内において、希ガスとモノマー気体とを混合して導入し、大気圧下にプラズマ処理させて基体表面を処理することを特徴とする大気圧プラズマ反応方法を提供するものである。

この発明の反応装置は、上部電極および下部電極の表面に固体誘電体を配設したことを特徴としており、より好適な例としては、さらに基体表面近傍で反応ガスを均一に拡散する多孔管を配置しているものを示すことができる。

これを図示したものが第1図である。

第1図は、この発明の一例を示したものであるが、たとえばバイレックス製のベルジャー(1)

からなる反応容器内に高電圧を印加する上部電極(2)と下部電極(3)を有している。

この上部電極(2)および下部電極(3)の表面には、ガラス、セラミックス、プラスチック等の耐熱性の固体誘電体(4a)(4b)を貼付けている。下部電極(3)の上面の固体誘電体(4b)の上には板状体等の形状の基体(5)を設置する。

He, Ne, Ar等の希ガスとモノマー気体とを混合した反応ガスは、反応ガス導入口(6)より複数の開口(7)を有する多孔管(8)に導入し、開口(7)より基体(5)に対して均一に反応ガスが拡散するようにしてある。未反応気体、希ガス等は、反応容器の排出口(9)より排出する。

下部電極(3)には、温度センサ(10)および加熱ヒータ(11)を配置していてもいい。また、冷却装置を備えることもできる。

この例においては、ベルジャー(1)内の反応域は、大気圧に保たれている。

一般的には、大気圧下のグロー放電は容易に生

- 5 -

- 4 -

じず、また基体(5)が金属または合金の場合には、高電圧を印加することによりアーク放電が発生して基体(5)の表面処理は困難となる。しかしながら、この発明においては、第1図に示したように上部電極(2)および下部電極(3)の表面に固体誘電体(4a)(4b)を配設することにより、基体(5)が金属または合金であっても、大気圧下での安定なグロー放電が可能となる。もちろん、基体(5)がセラミックス、ガラス、プラスチック等においても、高安定性のグロー放電を得ることができる。

反応ガスのプラズマ励起については、このグロー放電により反応ガスを励起し、高エネルギーのプラズマを形成する。このプラズマの形成は、高電圧の印加により行うが、この際に印加する電圧は、被処理表面の性状や表面処理の時間に依りて決めることができる。反応ガスについては、特に制限はないが、使用する希ガスとしては、He、Ne、Ar等の単体または混合物を適宜用いることができる。形成した薄膜に対するスパッタリング

- 6 -

の下面に複数の溝部(12)を形成することも有効である。この溝部(12)は、上部電極(2)の端部付近に集中しやすいグロー放電を上部電極(2)の表面全体に均一に拡散させるのに有効なものであり、この溝部(12)によって、グロー放電の局在化を防止し、均一に拡散した安定なグロー放電が生じ、基体(5)に均一な膜厚の薄膜形成、あるいは、均一な表面処理を行うことができる。この溝部(12)の深さは1~2mm程度でよい。また、基体(5)の形状、性状等に応じて、この溝部(12)の形状は適宜に決めることができる。たとえば第3図に示したように複数の穴溝(13)でもよいし、あるいは第4図に示したように、同心円状の複数の円形溝(14)としてもよい。

上部電極(2)の形状を第5図のように変えることもできる。このことにより、さらに表面処理の均一化を高めることができる。

大気圧下においては、従来、グロー放電が発生させることは困難であったが、このように希ガス

を最小とするためには、質量の軽いHeを用いるのが好ましい。また、この希ガスと混合して導入するモノマー気体は、エチレン、プロピレン等の不飽和炭化水素、または、 CF_4 、 C_2F_6 、 CHF_3 または SF_6 等のハロゲン化炭化水素や他の官能基を有するあるいは有しない炭化水素類等の任意のものを用いることができる。希ガスとモノマー気体との混合比は、これも特に限定はないが、希ガス濃度を約65%以上、特に約90%以上とすることが好ましい。また、導入する反応ガスは、拡散性の気体を用いることもできる。

使用するモノマー気体の種類と反応条件によってプラズマ重合膜、プラズマ改質膜プラズマエッチング表面等を得ることができる。

大気圧下において、より安定なプラズマを得るためには、基体(5)近傍のプラズマ域に反応ガスを均一に拡散供給することが好ましい。このための手段として第1図の例においては多孔質(8)を用いているが、これに限定されることはない。

また、第2図に示したように、上部電極(2)

- 7 -

を用い、固体誘電体を電極に配設し、上部電極の下面に複数の溝部を形成することにより、高安定性のグロー放電とそのプラズマ形成を可能とする。基体としては、金属、合金、セラミックス、ガラス、プラスチック等の適宜な材料を使用することができる。また、使用するモノマー気体によっては、反応促進用のハロゲン、酸素、水素などをさらに混入してもよい。

次に実施例を示し、さらに詳しくこの発明について説明する。

実施例1

電極直径30mm巾、電極間距離10mmの耐熱性カプトン被覆電極を用いた第1図の装置において、次の条件によりエチレンモノマーからポリエチレン膜を形成した。

(a) 反応ガス濃度(%)

エチレン/He = 95/5

(b) 放電

大気圧

3000Hz, 1.05KV, 3mA

- 9 -

(c) 基 体

アルミニウム基体

アルミニウム基体の表面に、照射速度 11417A / 2 hr でポリエチレン膜を得た。透明で、付着強度はきわめて良好であり、膜厚も均一であった。

また、この例においては、アーク放電を生ずることなく、高安定なグロー放電が発生し、高活性、高安定性のプラズマを得ることができた。

実施例 2

実施例 1 と同様にして、次の条件でポリエチレンテトラフルオレート膜を処理し、その表面を疎水化した。炭素-フッ素改質膜の生成が確認された。

(a) 反応ガス濃度 (%)

 $CF_4 / He = 91.6 / 8.4$
 $CF_4 : 20 \text{ nJ} / \text{分}$
 $He : 216.7 \text{ nJ} / \text{分}$

(b) 放 電

大気圧

3000Hz, 3.46~3.75KV, 8 nA

処理時間と接触角との関係を示したものが表 1

— 10 —

である。また、比較のために未処理の場合の接触角を示した。

表面の疎水化が確認された。また、処理状態は均一であった。

表 1

処理時間	30秒	1分	5分	未処理
接 触 角	85.5°	86.0°	88.9°	84°

実施例 3~4

電導体グラファイト（ラッピング済み）を基体として、実施例 2 と同様にして処理した。表 2 に示した条件により処理を行った。

この場合の接触角も測定し、著しく疎水化していることを確認した。処理状態は均一であった。その結果を表 2 に示した。

なお、固体誘導体を用いない電極からなる装置においては、アーク放電が発生して処理できなかった。

— 11 —

表 2

実施例 項 目	実施例 3	実施例 4	比較例
反応ガス流量			
CF_4	93.6nJ / 分	93.6nJ / 分	—
He	216.7nJ / 分	216.7nJ / 分	—
放電 (大気圧)			
電 流	10nA	3nA	—
電 圧	3.99KV	2.74KV	—
処理時間	5分	20分	—
接 触 角	128°	137°	68°

実施例 5~6

第 1 図および第 2 図の反応装置を用いて、シリコン基体上にプラズマ重合ポリエチレン膜を形成した。

(a) 反応ガス

 $C_2H_5 : 3.6 \text{ nJ} / \text{分}$
 $He : 4495 \text{ nJ} / \text{分}$

(b) 放 電

3000Hz, 1.5 時間

大気圧、常温

シリコン基体の側面距離とプラズマ重合ポリエチレン膜の膜厚との関係を示したものが第 6 図である。

この第 6 図から明らかなように、第 1 図の反応装置の場合 (a) に比べて、第 2 図 (同心円溝付上部電極使用) の場合 (b) には、膜厚分布はさらに均一になっていることがわかる。プラズマが基体表面全域に対して安定していることを示している。

もちろん、以上の例により、この発明は限定さ

— 12 —

— 13 —

れるものではない。反応容器の大きさおよび形状、電極の構造、構成および形状、上部電極下面の溝部の形状およびその数、反応ガス供給部の構造および構成等の細部については、様々な態様が可能であることはいうまでもない。

(発明の効果)

以上詳しくは説明した通り、この発明により、従来からの低圧グロー放電プラズマ反応法に比べて、真空系の形成のための装置および設備が必要でなく、コスト低減を可能とし、しかも大気圧下での表面処理を実現することができる。また装置の構造および構成が簡単であることから大面積基体の処理も容易である。

また、基体の材質によらず、所望の処理を行うことができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図は、各々、この発明の反応装置の一例を示した断面図である。

第3図および第4図は、反応装置の上部電極の下面の一例を示した底面図である。

第5図は、反応装置の上部電極の別の例を示した要部断面図である。

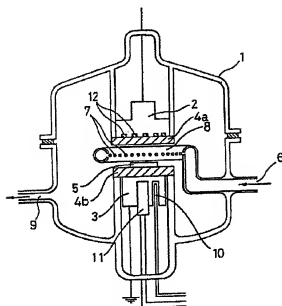
第6図は、この発明の方法による薄膜形成時の基体の横断面距離と薄膜との関係を示した相関図である。

- 1…ベルジャ
- 2…上部電極
- 3…下部電極
- 4a、4b…固体誘電体
- 5…基体
- 6…反応ガス導入口
- 7…開口
- 8…多孔管
- 9…排出口
- 10…湿度センサ
- 11…加熱ヒータ
- 12…溝部
- 13…穴溝
- 14…円形溝

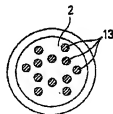
代理人 井理士 西澤利夫

— 15 —

第 2 図



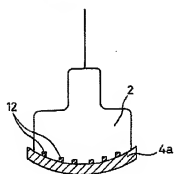
第 3 図



第 4 図



第 5 圖



第 6 圖

